ARIZONA COOPERATIVE EXTENSION
THE UNIVERSITY OF ARIZONA
College of Agriculture and Life Sciences

AZ1329S Diciembre 2010

Cómo Medir el Flujo de Agua en los Canales de Riego a Cielo Abierto y en las Tuberías de Compuertas

Edward C. Martin

La medición del agua en los sistemas de riego por gravedad es crítica para obtener el manejo óptimo y eficiente del agua. Sin conocer la cantidad de agua que se está aplicando a la parcela es difícil decidir adecuadamente cuando parar o cuándo hacer el siguiente riego. Para que un regador haga un manejo adecuado del agua debe saber el caudal o gasto, el tiempo total del riego y el tamaño de la superficie regada. A partir de estos datos se puede determinar la cantidad de agua que se aplicó a la parcela, lo cual entonces ayudará a determinar si el riego fue adecuado o no y cuándo se debería hacer el siguiente riego. Las decisiones en cuanto al manejo del riego deben hacerse en base a la cantidad de agua aplicada y a su relación con la demanda de consumo de las plantas y la capacidad del suelo para retener el agua.

Unidades de Medición del Agua

Existen muchas maneras de expresar el volumen y el flujo del agua. El volumen del agua aplicada generalmente se expresa en acre-pulgadas o acre-pies para los cultivos en surcos, o galones-árbol en las huertas. La terminología para el caudal de agua es aún más variada. El caudal o gasto se expresa en pies cúbicos por segundo (cfs, por sus siglas en inglés), galones por minuto (gpm, por sus siglas en inglés) y en algunas áreas, en pulgadas de minero. A continuación se da una descripción de cada una de estas medidas.

Acre-pulgada (ac-in): Un acre-pulgada es el volumen de agua que se requiere para cubrir un acre de tierra con una lámina de una pulgada de agua. Un acre-pulgada equivale a aproximadamente 3,630 pies cúbicos o 27,154 galones.

Acre-pie (ac-ft): Un acre-pie es el volumen de agua que se requiere para cubrir un acre de tierra con una lámina de un pie de agua. Un acre-pie equivale a aproximadamente 43,560 pies cúbicos, 325,848 galones o 12 acre-pulgadas.

Pies cúbicos por segundo (cfs): Un pie cúbico por segundo es el equivalente al flujo de agua en un canal de 1 pie de ancho y 1 pie de profundidad fluyendo a una velocidad de 1 pie por segundo. Un pie cúbico por segundo equivale a 450 galones por minuto o a 40 pulgadas de minero.

Galones por minuto (gpm): Galones por minuto es una medida de la cantidad de agua que se está bombeando o que está fluyendo en un canal o que está saliendo de una tuberia en un minuto.

Pulgadas de minero: La pulgada de minero es un término fundado en los antiguos tiempos de la minería. Es tan sólo otra forma de expresar el caudal. En algunas áreas del Oeste aún se usa esta unidad de medición. Se debe tener precaución porque existen pulgadas de minero de Arizona, pulgadas de minero de California y probablemente algunas pulgadas de minero de uso regional. 40 pulgadas de minero de Arizona equivalen aproximadamente a 1 cfs ó a 450 gpm.

Presión o Carga Hidráulica (H, por sus siglas en inglés): Con fecuencia la gente usa la frase "carga de agua". Un pie de carga de agua generalmente implica que el nivel del agua se encuentra a un pie por encima de algún punto de medición. Sin embargo, en el contexto de riegos, hablar de carga (H) significa hablar de presión. Por ejemplo, a medida que el nivel de agua sube en un barril, la presión en el fondo del barril también aumenta. Un pie de agua ejerce una presión de 0.43 libras por pulgada cuadrada (psi, por sus siglas en inglés) en el fondo del barril. 2.31 pies de agua equivalen a aproximadamente 1 psi. Por lo tanto, si un tanque con agua con una manguera conectada en su fondo, se elevara en el aire a 23.1 pies (2.31 x 10), la presión en la manguera al nivel del piso sería de aproximadamente 10 psi.

Área: A menudo se requiere conocer el área de la sección transversal de un canal para calcular el gasto. Algunos canales tienen forma trapezoidal y otros son más como elípticos. Para encontrar el área de un trapezoide (Fig.1a), mida el ancho del fondo (b) y el ancho del canal a la altura de la superficie del agua (s) y sume estas dos cifras. Divida ese número entre 2 y luego multiplíquelo por la altura (h) del agua. Si el canal tiene una forma más elíptica (Fig. 1b), mida la profundidad del agua (h), multiplíquela por el ancho del canal en la superficie (s), divídalo entre 4 y entonces multiplíquelo por PI (3.14). Para calcular el área de la sección transversal de un tubo se usa la formula PI x r^2, en donde PI es 3.14 y "r" es el radio del tubo. **NOTA: Todas las medidas deben estar en pies.**

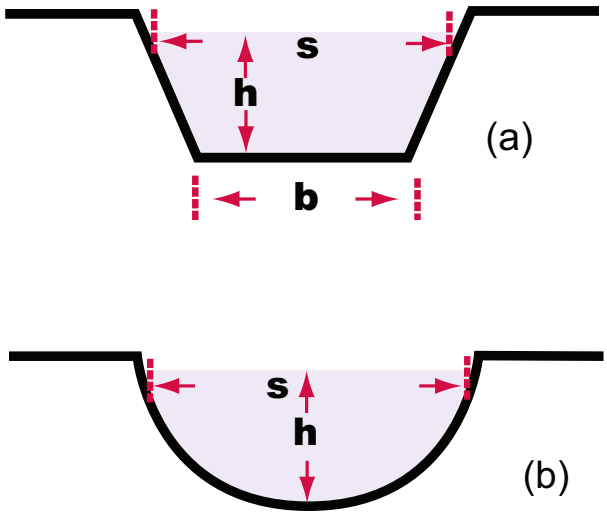

Figura 1. Dimensiones de la sección transversal de los canales de forma trapezoidal (a) y elíptica (b). (Diagrama hecho por J.S. Jones, 2003)

Tabla 1. Coeficientes para convertir la velocidad del flotador en la superficie a velocidad media del canal. (tomado del Manual sobre Manejo del Agua ["Water Management Manual", título en inglés] USDI/BOR, 1997).

Profundidad Promedio (ft)	Coeficiente
1	0.66
2	0.68
3	0.70
4	0.72
5	0.74
6	0.76
9	0.77
12	0.78
15	0.79
20	0.80

Cómo Medir el Caudal en los Canales

El Método del Flotador: Este método es útil para obtener una estimación aproximada del caudal. Primero, escoja una sección del canal de 100 pies que sea bastante uniforme a lo ancho y en profundidad. Marque con banderillas o estacas el punto 0 y otro punto a los 100 pies (ft). La marca de los 100 ft se debe encontrar corriente abajo del punto cero. Para la mayoría de las personas, una buena zancada equivale a tres pies. Si no tiene a la mano una cinta de medir, camine aproximadamente 33 pasos. Enseguida calcule el área de la sección transversal del canal (vea arriba la sección "Área" para mayores detalles). Use un promedio de varias mediciones tomadas a lo largo del canal.

Ahora, tome algún objeto que flote (una pelota de tenis, una manzana, una naranja, etc.) y colóquelo a unos cuantos pies corriente arriba del punto cero, en el centro del canal. Una vez que el objeto flotante llegue al punto cero, marque el tiempo (probablemente al segundo más cercano). Después, anote el tiempo cuando el flotador pasa la marca de los 100 pies. Registre este tiempo. Repita este procedimiento varias veces. Trate de colocar el flotador en el medio de la corriente del canal para que no rebote por las paredes o quede atrapado entre las malezas. Después de 5 a 10 intentos, saque un promedio de los tiempos registrados.

El caudal se determina calculando la velocidad del agua y multiplicándola por el área de la sección transversal del canal. Primero, tome el largo del canal (100 ft) y divídalo entre el tiempo (en segundos). Esto le dará la velocidad del agua en la superficie en pies por segundo. Sin embargo, el agua en la superficie fluye más rápido que el agua en el centro del canal y es el flujo promedio o el flujo del centro lo que se necesita. Por lo tanto, se debe usar un factor de conversión para determinar la velocidad media del canal. El factor por el cual la velocidad superficial se debe multiplicar está en función de la profundidad del agua en el canal. La Tabla 1 presenta una lista de coeficientes que se pueden usar. Encuentre en ella la profundidad medida a la izquierda y el coeficiente correspondiente a la derecha. Entonces multiplíque la velocidad del flotador en la superficie por el coeficiente para obtener la velocidad media del canal.

Finalmente, tome el área de la sección transversal del canal (ft^2) y multiplíquelo por la velocidad corregida (ft/sec) y esto calculará el caudal en pies cúbicos por segundo (cfs). Para convertirlo a galones por minuto, multiplíque los cfs por 450.

Método de Rastreo con tinte: Este método es muy similar al método del flotador pero con una excepción: en el método de rastreo se utiliza un tinte o sal de color en lugar de un flotador. Con este método también se requiere una estimación del área del canal. Vierta el tinte corriente arriba del punto cero y registre el tiempo que le toma al mismo viajar del punto cero a la marca de los 100 pies. Entonces haga los cálculos exactamente de la misma forma que con el método del flotador. Este método a menudo funciona bien cuando en el método de flotación el flotador queda atrapado en las orillas del canal una y otra vez. Sin embargo, en muchos casos se dificulta ver el tinte debido a la coloración del agua misma. Primero ponga a prueba el tinte para asegurarse de que es visible através del agua. Los factores de corrección usados con el método del flotador (Tabla 1) no se requieren para el método de rastreo.

Tablilla Graduada para Medir la Carga Hidráulica por Velocidad: Este método se usa para medir la carga de agua por velocidad en un canal. Este método tiene la ventaja de ser relativamente barato y bastante preciso. La tablilla es de hecho una regla utilizada para medir la profundidad del agua. La altura del agua se mide primero con el lado delgado de la regla en forma paralela al flujo del agua y después se repite la medición con la regla girada 90 grados (Fig.2). La diferencia en la altura del agua sobre la regla es la carga por

Tabla 2. Tabla de conversión de las mediciones hechas con la tablilla graduada en pulgadas (inches) a velocidad del agua en pies por segundo (ft/sec).

Salto (pulgadas)	1/2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	18
Velocidad (ft/sec)	1.6	2.3	3.3	4.0	4.6	5.2	5.7	6.1	6.5	6.9	7.3	7.7	8.0	9.0	9.8

velocidad del agua (salto) y usando la Tabla 2, se puede hacer una estimación de la velocidad (ft/sec). Después de esto, siga la misma fórmula que se usa con los métodos del flotador o de rastreo; o sea: multiplíque la velocidad por el área de la sección transversal del canal para obtener pies cúbicos por segundo. Este método de la tablilla sólo funciona para velocidades entre 1.5 y 10.0 ft/sec.

Este es el procedimiento:

- Coloque la tablilla o regla con el lado delgado en la misma dirección de la corriente. Registre la profundidad del agua (profundidad normal).
- Coloque la regla en contra de la dirección de la corriente. Esto provocará un poco de turbulencia y el nivel del agua "saltará" causando que el nivel del agua se eleve. Registre el nivel otra vez (profundidad con turbulencia).
- Sustraiga el valor de la profundidad normal al valor de la profundidad con turbulencia y el resultado será la altura del salto.
- Encuentre la velocidad correspondiente en la Tabla 2.
- Multiplíque la velocidad por el área de la sección transversal del canal para obtener el caudal (cfs).

Vertederos: Existen diferentes tipos de vertederos que se pueden construir y usar para determinar el caudal en un canal o río. Los tres vertederos más comunes son: (1) De abertura en forma de V o Triangular (2) Rectangular y (3) Cipolletti.

El diseño más simple de un vertedero se hace con una hoja de madera laminada o una hoja de metal. Corte la madera o el metal a la forma del canal y con la abertura específica que desee cortada en la parte superior. Asegúrese de que el vertedero sea lo suficientemente fuerte para mantenerse firme contra el flujo del agua. La Figura 3 muestra un ejemplo de los tres diferentes tipos de vertederos. Los dos de arriba son vertederos rectangulares. El primero es un vertedero rectangular con contracción y es uno de los más comúnmente usados. El segundo es otro tipo de vertedero rectangular pero debido a que sus lados son de hecho los lados mismos del canal, se le llama vertedero rectangular sin contracción. El tercer tipo mostrado en la Figura 3 es el vertedero Cipolletti. Este tipo de vertedero tiene una abertura en forma de trapezoide. El último tipo que se muestra es el vertedero de abertura triangular o en forma de V. Con la instalación apropiada, todos estos tipos de vertederos pueden ser precisos.

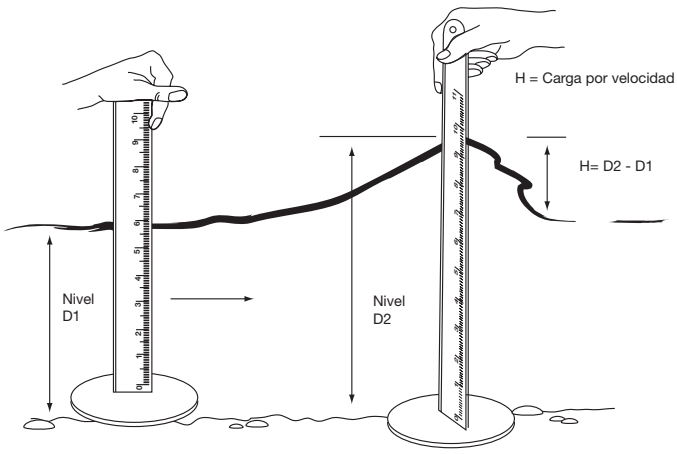

Figura 2. Cómo usar una tablilla para medir la carga por velocidad del agua. (Waterwatch, 2002).

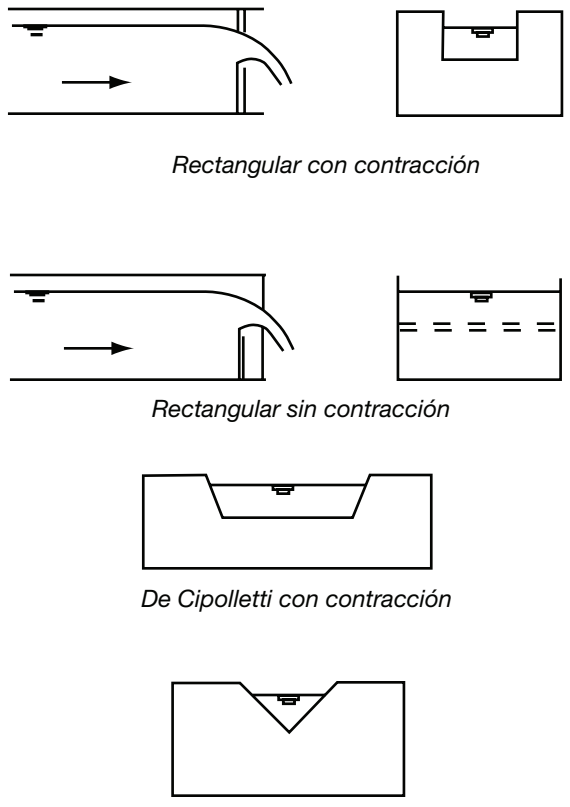
Rectangular con contracción
Rectangular sin contracción
De Cipolletti con contracción
Triangular con contracción o de abertura en forma de v

Figura 3. Diagramas de los varios tipos de vertederos usados para medir el caudal en un canal a cielo abierto. (USDI-BOR, 1997).

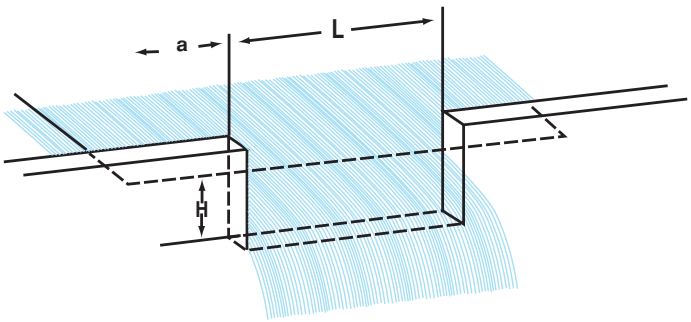

Figura 4. Diagrama de un vertedero rectangular en donde L = ancho de la abertura o cresta del vertedero (4 a 8 veces H), H = carga hidráulica del vertedero (medida 6 pies corriente arriba del vertedero) y a = por lo menos 3 veces H (3*H).

En la Figura 4 se dan las dimensiones para un vertedero rectangular con contracción. Antes de construir el vertedero, se debe hacer una estimación de la velocidad del flujo real para asegurarse de que el tamaño de la abertura sea correcto. Para el vertedero de abertura en forma de V se requieren las mismas dimensiones y para el tipo Cipolletti, también son las mismas dimensiones pero con una pendiente de 25% elevándose hacia afuera en los lados de la abertura.

Para medir la carga o altura del agua para esos vertederos, entierre una estaca a aproximadamente 6 pies corriente arriba del vertedero de manera que el extremo superior de la estaca se encuentre al mismo nivel que la parte inferior de la abertura del vertedero. Una vez que el vertedero esté en su lugar, el agua se elevará detrás de él. Mida la altura del agua por encima de la estaca. Entonces, use la información tabulada de las Tablas 3-5 para estimar el.caudal. En estas tablas, "L" se refiere al ancho de la abertura del vertedero en su base.

PRECAUCIÓN: La instalación de un vertedero en un canal causará que el nivel del agua detrás del vertedero se eleve. Asegúrese de que los bordes del canal sean suficientemente altos o el agua en en el canal se derramará.

Otros Métodos: Existen otros métodos e instrumentos disponibles en casas comerciales Uno de ellos es el medidor de flujo, el cual es un medidor de propela que se baja a la corriente de agua y registra la velocidad. El caudal (cfs) se calcula multiplicando la velocidad (ft/sec) por el área (ft^2). Otros métodos incluyen aforadores, orificios sumergidos e inclusive medidores acústicos que usan pulsos ultrasónicos para medir la velocidad del flujo del agua. Todos estos métodos tienen limitantes en su uso. Para más información, refiérase a la publicación de la Extensión Cooperativa de Arizona Cómo Medir el Flujo y Caudal de Agua en la Parcela ("Measuring Water Flow and Rate on the Farm", título en inglés) publicación AZ1130, Arizona Water Series No. 24 (Martin,1999).

Estimación del gasto usando tubos de sifón: Si se utilizan tubos de sifón para regar desde un canal abierto, se puede obtener una estimación del caudal contando el número de tubos. Para estimar el caudal se necesita conocer el diámetro del tubo de sifón y la diferencia de altura desde el nivel del agua en el canal hasta el nivel del agua en el campo (la caída). La Figura 5 muestra dos condiciones posibles. En la Condición I (flujo libre) la caída es la distancia desde el nivel del agua en el canal hasta la boca del tubo en el lado del campo (generalmente al nivel del campo). En la Condición II (sumergido), la caída es la distancia desde el nivel del agua en el canal hasta el nivel del agua en el campo. Entre más grande sea el diámetro del tubo o la caída, mayor es el caudal. La Tabla 6 muestra algunos valores de tamaños de tubos y caídas usados comúnmente en el riego.

A menudo es difícil medir la diferencia entre los niveles de agua del canal y el campo. Una forma fácil de lograr ésto es usar un pedazo de manguera transparente y una cinta de medir. Ponga la manguera en el canal y úsela para sifonear agua hacia el campo (Fig. 6a). Enseguida, levante lentamente el extremo de la manguera que se encuentra en el campo hasta que el agua deje de salir (Fig. 6b). Ahora, use su cinta métrica para medir la distancia entre la boca de la manguera y el nivel del agua en el campo o la salida de un tubo de sifón de riego (Fig. 6c). Asegúrese de mantener el extremo de la manguera levantado justo al nivel donde el agua deja de salir. Esta distancia es la caida.

Tabla 3. Gasto aproximado de agua que fluye sobre los vertederos rectangulares. (Peterson and Cromwell, 1993).

Carga Hidráulica (pulgadas) (H)	Ancho de la Cresta (L)							
	(L): 1 pie		(L): 2 pies		(L): 3 pies		(L): 4 pies	
	GPM	Ac-in/hr	GPM	Ac-in/hr	GPM	Ac-in/hr	GPM	Ac-in/hr
2	98	0.22	198	0.44	298	0.66	398	0.88
3	181	0.40	366	0.81	552	1.22	738	1.63
4	278	0.62	560	1.24	852	1.88	1140	2.52
5			772	1.70	1164	2.58	1560	3.45
6			1010	2.22	1535	3.40	2055	4.54
7			1270	2.80	1980	4.27	2590	5.75
8			1540	3.40	2330	5.18	3120	6.90

Tabla 4. Gasto aproximado de agua que fluye sobre los vertederos triangulares de 90 grados. (Peterson and Cromwell, 1993).

Carga Hidráulica en pulgadas (H)	Galones por minuto (GPM)	Acre-pulgadas por hora (Ac-in/hr)
3	36	0.08
4	74	0.16
5	126	0.28
6	200	0.44
7	294	0.65
8	405	0.89
9	548	1.21
10	714	1.58
11	895	1.98
12	1118	2.48
13	1365	3.05
13.5	1495	3.34
14	1630	3.63

Tabla 5. Gasto aproximado de agua que fluye sobre los vertederos con abertura trapezoidal. "L" se refiere al ancho de la parte inferior del trapezoide. (Peterson and Cromwell, 1993).

Carga Hidráulica (pulgadas) (H)	Ancho de la Cresta (L)							
	(L): 1 pie		(L): 2 pies		(L): 3 pies		(L): 4 pies	
	GPM	Ac-in/hr	GPM	Ac-in/hr	GPM	Ac-in/hr	GPM	Ac-in/hr
2	101	0.22	202	0.45	302	0.67	404	0.89
3	190	0.42	376	0.83	560	1.24	750	1.66
4	296	0.65	580	1.28	864	1.91	1160	2.56
5			802	1.77	1196	2.66	1500	3.52
6			1062	2.34	1580	3.50	2100	4.64
7			1350	2.98	2000	4.42	2660	5.88
8			1638	3.62	2430	5.38	3220	7.14

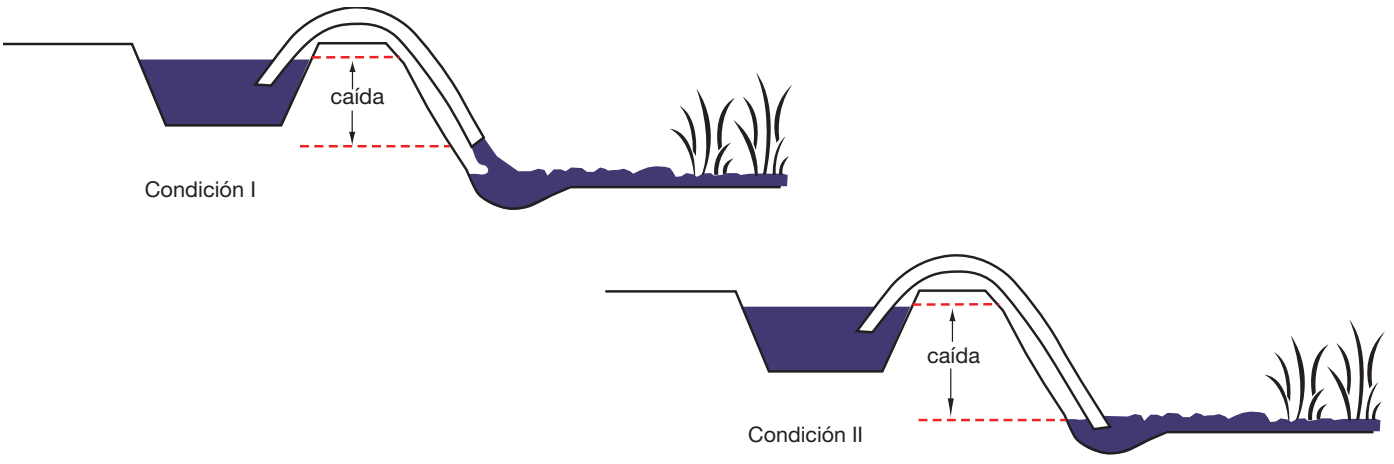

Figura 5. Diagramas que muestran en dónde medir la distancia de la caída en los tubos de sifón. (Diagrama hecho por J.S. Jones, 2003).

Tabla 6. Caudal aproximado en galones por minuto en los tubos de sifón.

Tamaño del tubo (pulgadas)	Caudal (galones por minuto)				
	Caída (pulgadas)	4"	6"	8"	10"
¾"		3.6	4.4	5.0	5.6
1"		6.4	7.9	9.0	10.0
1 ¼"		10.4	12.7	14.6	16.2
1 ½"		14.3	17.5	20.2	22.5
2"		25.6	31.8	35.9	40.0
3"		57.2	70.0	80.8	90.0

Cómo Medir el Flujo en Tuberías con Compuertas

La medición del flujo del agua en tuberías con compuertas se puede lograr de muchas maneras. Probablemente el método mas comúnmente usado es el del medidor de propela. Normalmente estos medidores vienen ya instalados en secciones de tubos de diferentes tamaños y se pueden adquirir, de acuerdo al diámetro de la tubería que se esté utilizando, en las casas comerciales que distribuyen equipo de riego. Hay algunos otros métodos que se pueden usar pero debido a su conveniencia y facilidad para hacer las mediciones, el medidor de propela es un método simple y preciso.

Los medidores de propela son instrumentos instalados permanentemente en las líneas de conducción que miden y registran el volumen y el flujo de agua que se mueve a través de la tubería. Para que estos medidores operen en forma apropiada el flujo en la tubería debe llenar el tubo. También debe haber un tramo recto de tubo de al menos 10 veces el diámetro de la tuberia, colocado corriente arriba del medidor. Esto se hace para reducir la turbulencia en el agua que entra a la sección del medidor. Por ejemplo, una tubería de 6 pulgadas requiere de un tramo recto de 60 pulgadas colocado corriente arriba del medidor. La Tabla 7 presenta el rango de caudales para varios tamaños de medidores y la Fig.7 muestra una sección transversal de un medidor típico.

Los medidores generalmente se colocan dentro de un tramo de tubería de aluminio que a su vez se inserta en un sistema de tubería de compuertas. Si se utiliza una tubería de plástico, existen conectores que permiten instalar una sección del medidor en su lugar.

Si usted no quiere hacer el gasto del medidor, entonces puede utilizar un método similar al método de los tubos en los canales. Consiga un pedazo de tubo flexible ó manguera (de preferencia transparente) y conéctela firmemente a la parte exterior de la compuerta. Levante la manguera en el aire hasta que el agua deje de fluir hacia afuera. Mida la distancia

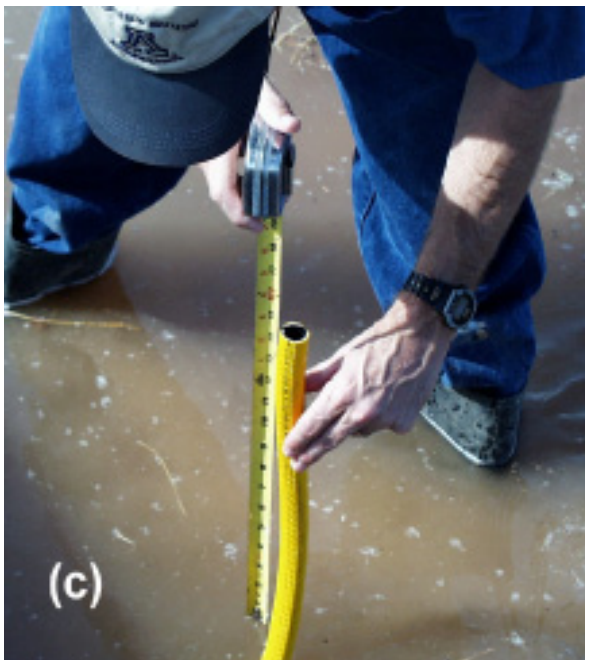

Figura 6. Tres fotos en donde se muestra cómo medir "la caída" en un sistema abierto. La caída es la distancia desde el nivel del agua en el canal hasta el nivel del agua en el campo. (a) Use la manguera para sifonear agua desde el canal; (b) Levante la manguera hasta que el agua deje de fluir y salir por la boca de la manguera; (c) Mida la distancia entre el extremo de la manguera y el nivel del agua en el campo.

Tabla 7. Rangos típicos de caudales de diferentes tipo de medidores de propela.

Tamaño del medidor (pulgadas)	Caudal mínimo (gpm)	Caudal Máximo (gpm)
4	50	400
6	90	900
8	100	1200
10	125	1500
12	150	2000

Figura 7. Dibujo de un medidor Mc® Propeller de McCrometer, Inc. Este medidor de propela se instala dentro de una sección de la tubería.

Figura 8. Estas dos fotos muestran cómo medir la carga (ft) en un sistema de tubería de compuertas. La carga es la distancia entre el nivel del agua en el tubo y el centro de la tubería. Estas son compuertas Rite-Flow™ y aquí se mide una carga de 3 pies. De acuerdo a la Tabla 8, el caudal es de aproximadamente 39 gpm por compuerta.

Tabla 8. Capacidad de caudal aproximada en galones por minuto (gpm) de algunas compuertas disponibles comercialmente. Las compuertas se encuentran totalmente abiertas. (Burt, 1995).

Carga Hidráulica (ft)	Capacidad de Caudal (gpm)			
	Rite-Flow™	Epp™ Snap-Top Boot Gate	Epp™ Fly Gate	Tex -Flow™ Yellow Top
0.25 (4")	11	12	15	22
0.50 (6")	16	17	21	32
1.00	22	24	30	46
2.00	32	35	42	67
3.00	39	42	52	82

desde el nivel del agua en la manguera hasta la parte central de la tubería. Si está utilizando un tubo transparente, entonces puede levantar el tubo bastante más arriba del punto donde el agua dejó de salir y ésto le facilitará la medición (Fig. 8). La Tabla 8 presenta estimaciones de caudales de compuertas de acuerdo a diferentes fabricantes. La mayoría de estos fabricantes proveen esta información.

Resumen

Existen muchos métodos que se pueden usar para medir el caudal de agua y en este documento sólo se han tratado los más comunes. Además, hay medidores que usan ondas ultrasónicas para medir el flujo en tuberías, aforadores y compuertas y aún existe hasta un medidor acústico tipo Doppler. Todos estos medidores son relativamente costosos y no son comúnmente usados por los agricultores. Sin embargo, medir el flujo es el primer paso para determinar cuánta agua se está aplicando a una parcela. Cuando se conoce el caudal, el área siendo regada y el tiempo de riego, se puede calcular la cantidad de agua aplicada. Para información en cómo calcular cuanta agua se aplicó, consulte la publicación de la Extensión Cooperativa de la Universidad de Arizona *Cómo Determinar la Cantidad de Agua de Riego Aplicada a una Parcela ("Determining the Amount of Water Applied to a Field", título en inglés),* Pub. No. AZ1157, Arizona Water Series No. 29 (Martin, 2000).

Referencias

Burt, Charles M. 1995. Manual de Riegos de la Superficie ("The Surface Irrigation Manual", título en inglés). Waterman Industries. Inc. Exeter, CA. First edition.

Manual de Medición del Agua ("Water Measurement Manual", título en inglés). 1997. A Water Resources Technical Publication. U.S. Dep. of the Interior, Bureau of Reclamation. Third edition.

Manual Técnico Nacional de Australia Waterwatch ("Waterwatch Australia National Technical Manual", título en inglés) 2002. module 4 – Physical and Chemical Parameters, Waterwatch Australia Steering Committee Environment Australia.

Martin, E.C. 2000. Cómo Determinar la Cantidad de Agua de Riego Aplicada a una Parcela ("Determining the Amount of Water Applied to a Field", título en inglés). Cooperative Extension Pub. No. AZ1157, Arizona Water Series No. 29. University of Arizona, Tucson, AZ.

Martin, E.C. 1999. Cómo Medir el Flujo y Caudal de Agua en la Parcela ("Measuring Water Flow and Rate on the Farm", título en inglés) Cooperative Extension Pub. No. AZ1130, Arizona Water Series No. 24. University of Arizona, Tucson, AZ.

Peterson, M and C.F. Cromwell, Jr. 1993. Cómo Medir el Riego de Agua en un Canal, Arroyo o Presa ("Measuring Irrigation Water in a Ditch, Stream or Reservoir, titulo en inglés"). Ag. Pub. G01681. University of Missouri, Columbia.

Schwab, D. Unidades de Medición de Agua y Factores de Conversión ("Water Measurement Units and Conversion Factors" título en inglés). Oklahoma Cooperative Extension Service Pub. No. BAE-1501. Oklahoma State University, Stillwater, OK.

Apéndice A. Tabla de conversión de unidades.

Unidad en Español	Unidad en Inglés	Abreviación	Equivalencia
pie	foot	ft	30.5 cm
pulgada	inch	in	2.54 cm
acre	acre	ac	0.405 ha
galón	gallon	gal	3.79 l
libra por pulgada cuadrada	pound per square inch	psi	6.895 Pa
pie cuadrado	square foot	ft²	0.093 m²
pie por segundo	foot per second	ft/s	0.305 m/s
pie cúbico por segundo	cubic foot per second	cfs	0.028 m³/s
galón por minuto	gallon per minute	gpm	0.063 l/s
acre-pulgada por hora	acre-inch per hour	ac-in/hr	104 m³/h

ARIZONA COOPERATIVE EXTENSION
THE UNIVERSITY OF ARIZONA • COLLEGE OF AGRICULTURE AND LIFE SCIENCES

The University of Arizona
College of Agriculture and Life Sciences
Tucson, Arizona 85721

Edward C. Martin Ph.D.
Associate Professor and Irrigation Specialist

Translated by:
Carolina Muñoz

Contact:
Edward C. Martin
edmartin@cals.arizona.edu

This information has been reviewed by university faculty.
cals.arizona.edu/water/az1329S.pdf

Other titles from Arizona Cooperative Extension can be found at:
cals.arizona.edu/pubs

La Universidad de Arizona no avala ningún producto, servicio u organización que se mencione, muestre o se implique indirectamente en esta publicación..

Publicado como adelanto del trabajo de la Extensión Cooperativa, representado desde Mayo 8 y Junio 30 de 1914; en cooperación con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, James A. Chritenson. Director de Extensión Cooperativa en el Colegio de Agricultura y Ciencias de Vida de La Universidad de Arizona. La Universidad de Arizona da una igualdad de oportunidades, Institución de acción afirmativa. La Universidad de Arizona no discrimina en base de raza, color, religión, sexo, nacionalidad, edad, incapacidad, condición de veterano u orientación sexual en este programa de actividades.